

(11)Publication number : 2000-301458  
 (43)Date of publication of application : 31.10.2000

(51)Int.Cl.

B24C 1/10  
 C21D 1/10  
 C21D 7/06  
 C21D 9/32

(21)Application number : 11-113159

(71)Applicant : ISUZU MOTORS LTD  
 ANDOU HASHIRA

(22)Date of filing : 21.04.1999

(72)Inventor : MATSUI KATSUYUKI  
 ETOU HIROHITO  
 ANDOU HASHIRA

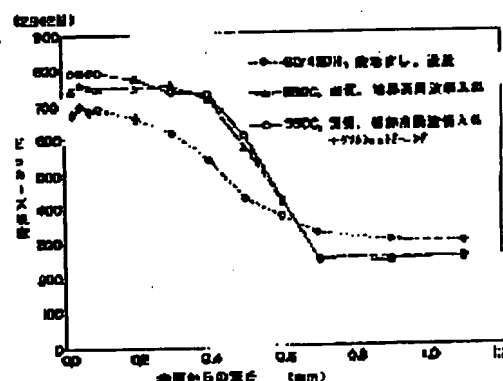
#### (54) SURFACE HARDENING METHOD OF GEAR

##### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance pressure-resistance and life by improving a quenching hardening processing of a gear surface made of a steel material.

**SOLUTION:** An outline high frequency quenching processing is applied to a gear manufactured by a machine processing to form a cured layer on a surface.

Thereafter, a shot peening processing divided to first and second stages is applied. A large residual compression stress is caused on a cured layer existing immediately below the gear surface and pressure-resistance and life of the gear are enhanced.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-301458

(P2000-301458A)

(43) 公開日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

B 2 4 C 1/10

B 2 4 C 1/10

D 4 K 0 4 2

C 2 1 D 1/10

C 2 1 D 1/10

Z

7/06

7/06

Z

9/32

9/32

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平11-113159

(22) 出願日

平成11年4月21日 (1999. 4. 21)

(71) 出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(71) 出願人 599056150

安藤 柱

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5

横浜国立大学工学部物質工学科内

(72) 発明者 松井 勝幸

神奈川県川崎市川崎区殿町3丁目25番1号

いすゞ自動車株式会社川崎工場内

(74) 代理人 100095913

弁理士 沼形 義彰 (外3名)

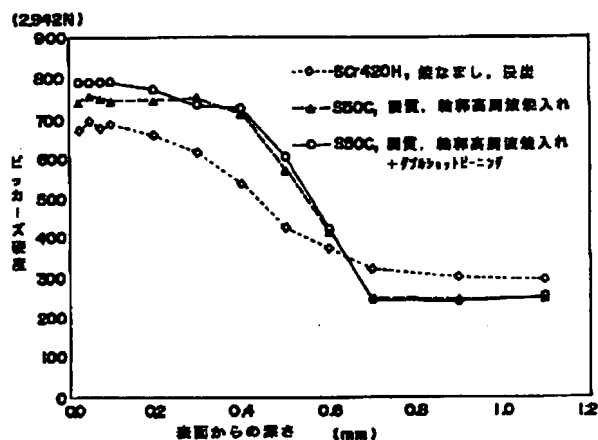
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯車の表面硬化方法

(57) 【要約】

【課題】 鋼材製の歯車の表面の焼入れ硬化加工を改良して耐圧と寿命の向上を図る。

【解決手段】 機械加工でつくられた歯車に輪郭高周波焼入れ処理を施して表面に硬化層を形成する。その後、第1段階目と第2段階目に分けたショットピーニング加工を施す。この2段階ショットピーニング加工により、歯車の表面直下の硬化層に大きな残留圧縮応力が生じ、歯車の耐圧性能と寿命が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 歯車の表面を硬化して機械的強度を向上させる方法であって、  
歯車の輪部に沿って高周波加熱を加えた後に水溶性焼入剤を用いて焼入れを行なう輪郭高周波焼入れ工程と、  
焼入れされた歯車の表面に2段階のショットピーニング加工を施す工程と、を備える歯車の表面硬化方法。

【請求項2】 2段階のショットピーニング加工は、直径が比較的大きな投射材を用いてショットピーニングを行なう第1段階のショットピーニング加工と、直径が比較的小さな投射材を用いてショットピーニングを行なう第2段階のショットピーニング加工を備える請求項1記載の歯車の表面硬化方法。

【請求項3】 第1段階のショットピーニング加工は、直径が約0.6mmの鋼球を投射材として、数Kg/cm<sup>2</sup>の空気圧でショットピーニングする加工であり、第2段階のショットピーニング加工は、直径が約0.08mmの鋼球を投射材として、数Kg/cm<sup>2</sup>の空気圧でショットピーニングする加工である請求項2記載の歯車の表面硬化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、機械部品である鋼材製の歯車の表面の改質硬化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車用歯車等の機械部品の表面改質方法として、現在、浸炭法浸炭+ショットピーニング法、軟窒化法が用いられている。これらの技術は、例えば、特開平9-85624号公報、特開平9-57629号公報、特開平5-51629号公報に開示されている。

【0003】しかし、これらの表面改質法は、下記の問題を持っている。

①浸炭法……900℃以上の高温での長時間処理のため、熱処理歪みが大きい。かつ、粒界酸化層や不完全焼入層等の表面異常層が発生するため、疲労強度を低下させる。

②浸炭+ショットピーニング法……ショットピーニング法で、①の欠点の1つである表面異常層の除去や圧縮残留応力の付与で疲労強度低下をカバーできるが、熱処理歪みの問題は解決できない。

③軟窒化法……熱処理歪みは浸炭より小さいが、疲労限は浸炭以下である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の問題を解決するため、本発明は輪郭高周波焼入れとダブルショットピーニングとを組み合わせた表面硬化改質方法を提案するものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の歯車の表面を硬化して機械的強度を向上させる方法は、歯車の輪部に沿

って高周波加熱を加えた後に水溶性焼入剤を用いて焼入れを行なう輪郭高周波焼入れ工程と、焼入れされた歯車の表面に2段階のショットピーニング加工を施す工程と、を備えるものである。

【0006】そして、2段階のショットピーニング加工は、直径が比較的大きな投射材を用いてショットピーニングを行なう第1段階のショットピーニング加工と、直径が比較的小さな投射材を用いてショットピーニングを行なう第2段階のショットピーニング加工を備えるものである。

【0007】また、第1段階のショットピーニング加工は、直径が約0.6mmの鋼球を投射材として、数Kg/cm<sup>2</sup>の空気圧でショットピーニングする加工であり、第2段階のショットピーニング加工は、直径が約0.08mmの鋼球を投射材として、数Kg/cm<sup>2</sup>の空気圧でショットピーニングする加工であることが望ましい。

【0008】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の歯車の表面硬化改質方法に使用される輪郭高周波焼入れ装置の概要を示す説明図、図2は輪郭高周波焼入れの加熱温度と焼入れの加熱サイクルを示す説明図である。全体を符号1で示す輪郭高周波焼入れ装置は、焼入れ対象である歯車10を囲む第1のコイル20と、第1のコイル20に低周波を供給する低周波電源30を有する。

【0009】第1のコイル20の下部には、第2のコイル40が配設され、第2のコイル40は高周波電源50に接続される。第2のコイル40の下方には、焼入れタンク60が配設され、水溶性の焼入剤によりスプレー焼入れが行われる。

【0010】ワークである歯車10は、支持部材70を介して支持装置80に支持され、第1のコイル20と焼入れタンク60の間を移動する。第1のコイル20内に位置決めされた歯車10は、電源30から供給される数KHz、1.000KW級の低周波により、1~2秒間予熱される。この予熱後に、約1秒間加熱を停止し、熱拡散を行なう。

【0011】次に、歯車10を第2のコイル40に挿入し、電源50から100~数百KHzの高周波を供給し、0.1~0.3秒間歯車の輪郭に沿って本加熱する。その後、歯車10を焼入れタンク60内で水溶性焼入剤を用いて、スプレー焼入れを行なう。焼入れ後に、低温焼戻し処理を行なう。

【0012】図2は、この低周波による予加熱から高周波本加熱スプレー焼入れ、低温焼戻しまでの加熱サイクルによる歯車表面の絶対温度と時間経過の関係を示している。焼入れ処理された歯車10は、図3に示すように表面に沿って硬化層H<sub>1</sub>が形成されている。

【0013】次に、この表面に向けてショットピーニング加工を施す。ショットピーニング加工は、2段階にわ

けて施される。ショットピーニング加工は、ノズル100から投射材110を空気圧力により歯車及び歯底全体に投射して、表面硬化改質を施す加工である。

【0014】本発明にあっては、第1段のショットピーニングは直径が約0.6mmで、歯車と同程度の硬さ(約60HRC程度)を有する鋼球を投射材として使用し、数 $\text{Kg}/\text{cm}^2$ の空気圧でショットピーニング処理を行なう。

【0015】次に、第2段目のショットピーニング処理として、粒径寸法が約0.08mmの鋼球を投射材として使用し、数 $\text{Kg}/\text{cm}^2$ の空気圧でショットピーニング処理を施した。この処理により、歯車10の歯先12と歯元14を含む表面直下に硬化層H<sub>1</sub>を形成することができる。

【0016】図4は、以上に説明した輪郭高周波焼入れに加えて2段階のショットピーニングを施した歯車と、従来の焼入れ処理を施した歯車の硬化層の残留応力を比較したグラフである。丸印は、JIS機械構造用炭素鋼であるS50Cの歯車に、本発明の処理を施したものの、三角印は、S50Cの歯車に調質と輪郭高周波焼入れを施したものの、四角印は、機械構造用合金鋼であるSCr420Hの歯車に焼なまし処理と浸炭焼入れ処理を施したものを示す。グラフは、横軸に歯車表面からの深さを、たて軸に残留応力をとったもので、本発明の処理によれば、大きな残留圧縮応力を得ることができ、歯車の疲労強度を向上することができる。

【0017】図5は、同様の試料による焼入れ硬化層の硬度を比較したグラフである。横軸に硬化層の表面からの深さを、たて軸にビッカース硬度をとったものである。本発明により硬度の向上を図ることができることが示されている。特に、歯車の強度上重要な要因である歯車表面から0.1mm程度の深さまでの硬度が向上し、強度向上の硬化を得ることができる。次に、本発明の処理を施した歯車の寿命に対する効果向上を説明する。

【0018】図6は、歯車の疲労試験装置を示す。歯車10を支持シャフト210に取り付け、歯山12を固定部材230と可動部材220の間に挟む。可動部材220\*

\*0は油圧サーボ機構により、くり返し荷重Vが加えられる。可動部材220の先端には応力検知器222が取り付けられている。

【0019】図7は、横軸にくり返し荷重Vのサイクル回数を、たて軸に応力範囲を示したものである。本発明の処理を施すことで、歯車の強度と寿命が格段に向上することが判明した。

【0020】

【発明の効果】本発明は以上のように、鋼材製の歯車に輪郭高周波焼入れを施して表面を硬化し、さらに2段階のショットピーニング加工を施すことで、歯車表面の硬度を向上するとともに、表面直下の硬化層に大きな残留圧縮応力を生ずることができるものである。この加工により、歯車の表面硬度を向上して、小型の歯車で大きなトルクを伝達することができ、また、寿命を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に使用する輪郭高周波焼入れ装置の説明図。

【図2】輪郭高周波焼入れの熱サイクルの説明図。

【図3】本発明に使用するショットピーニング加工の説明図。

【図4】本発明と従来の加工を比較する硬化層の深さと残留応力を示す図。

【図5】本発明と従来の加工を比較する硬化層の深さとビッカース硬度を示す図。

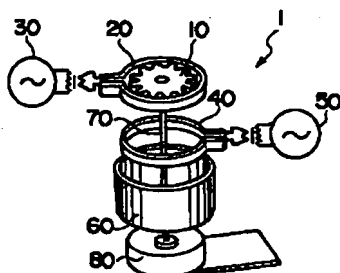
【図6】歯車の耐久試験装置の説明図。

【図7】本発明と従来の加工を比較する歯車にかかる応力と寿命を示す図。

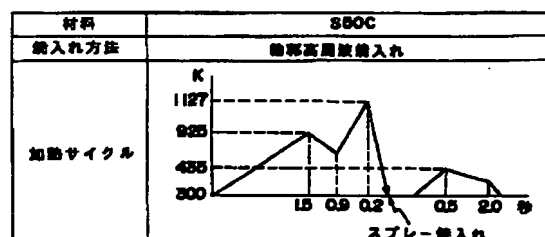
【符号の説明】

- 1 輪郭高周波焼入れ装置
- 10 歯車
- 12 歯先
- 14 歯元
- 100 ノズル
- 110 投射材

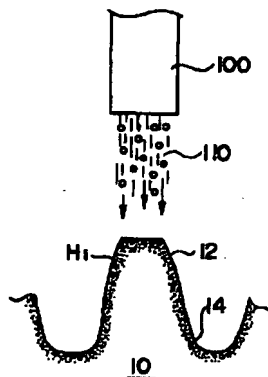
【図1】



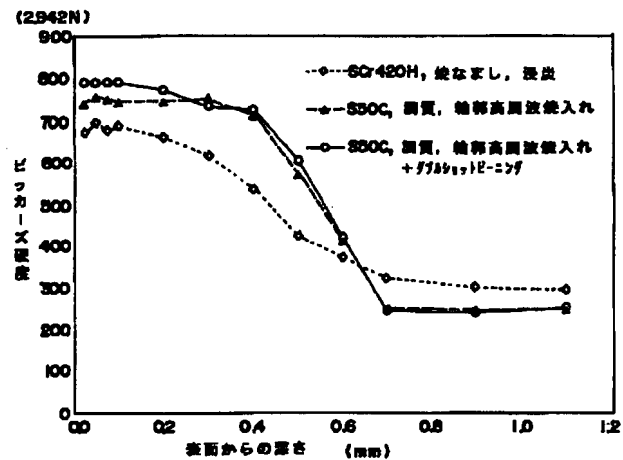
【図2】



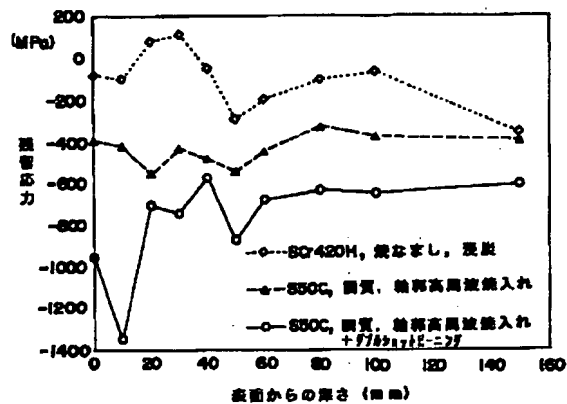
【図3】



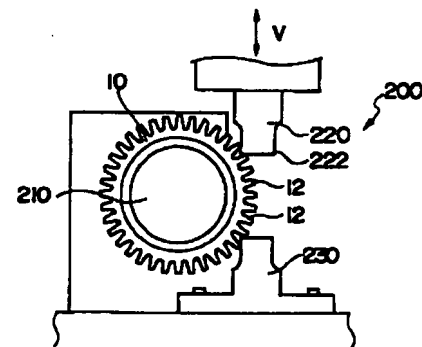
【図4】



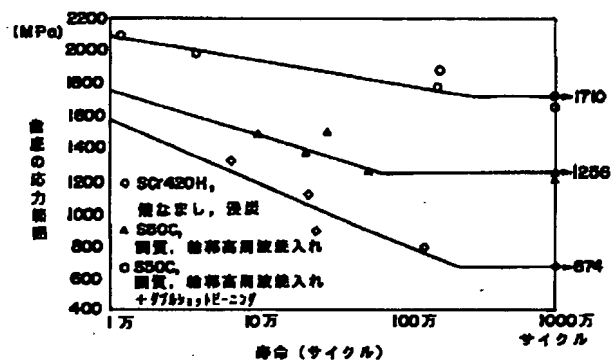
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 衛藤 洋仁  
神奈川県川崎市川崎区殿町3丁目25番1号  
いすゞ自動車株式会社川崎工場内

(72)発明者 安藤 柱  
神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5  
横浜国立大学工学部物質工学科内

Fターム(参考) 4K042 AA18 DA01 DB01